

## PCT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 22 June 2001 (22.06.01)	
<b>International application No.</b> PCT/EP00/09275	<b>Applicant's or agent's file reference</b> dmdm0002
<b>International filing date</b> (day/month/year) 22 September 2000 (22.09.00)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 24 September 1999 (24.09.99)
<b>Applicant</b> MÜHLEN, Heinz-Jürgen et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
 24 April 2001 (24.04.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
 \_\_\_\_\_

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Olivia TEFY
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>dmdm0002</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 09275</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>22/09/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>24/09/1999</b>
Anmelder  <b>DR. MÜHLEN GMBH &amp; CO. KG et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 04 JAN 2002

WIPO PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts dmdm0002	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/09275	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 22/09/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 24/09/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C10B53/02		
Anmelder DR. MÜHLEN GMBH & CO. KG et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  24/04/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  02.01.2002
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Keipert, O  Tel. Nr. +49 89 2399 7375 

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-20                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-15                      eingegangen am                      19/12/2001    mit Schreiben vom                      19/12/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/3-3/3                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/09275

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☒ Ansprüche,      Nr.:                    16-20  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	

### 2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

## VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
siehe Beiblatt

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: DE 971 789 C

D2: DE 10 90 632 B

2. Dokument D1, das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart (vgl. Seite 3 Zeilen 25-71, Figur) ein Verfahren zur Erzeugung von Stadtgas aus festen Brennstoffen durch Pyrolyse und Vergasung, das sich von dem Gegenstand des Anspruchs 1 dadurch unterscheidet, dass die Aufheizung des Wärmeträgermediums in der Aufheizzone nicht durch die heißen Abgase aus der Verbrennung des festen Pyrolyserückstandes, sondern anderweitig bewirkt wird. Der bei der Pyrolyse entstehende feste Rückstand wird aus dem System ausgebracht und anderweitig verwendet, z.B. zur Kesselfeuerung (Seite 2 Zeilen 116-122).
3. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, den festen Pyrolyserückstand einer Feuerung zuzuführen und die entstehenden heißen Abgase durch eine in der Aufheizzone befindliche Schüttung des Wärmeträgermaterials zu führen, um die Aufheizung des Wärmeträgermaterials auf Reformingtemperaturen, d.h. auf Temperaturen oberhalb 1000°C, herbeizuführen, wobei eine effiziente Nutzung der Verbrennungswärme erreicht wird.
4. Im übrigen Stand der Technik offenbart Dokument D2 (Spalte 3 Zeilen 1-56, Figur) eine Entgasungsvorrichtung, die mit einem Dampfkessel gekoppelt ist. Die Entgasung des festen Brennstoffs erfolgt hierbei durch Kontaktierung mit einem heißen Wärmeträgermedium in einem Wanderbettreaktor. Der entgaste Brennstoff wird verfeuert und die Rauchgase zunächst unter Abgabe eines Teils ihrer fühlbaren Wärme zur Dampferzeugung verwendet. Nach Abkühlung

unterhalb des Aschenschmelzpunktes werden die Kesselrauchgase dann durch den oberen Teil des Entgasungsreaktors geleitet, in den das Wärmeträgermedium nach Verlassen der Entgasungsstufe zurücktransportiert wurde, und wo es in Form eines Wanderbetts vorliegt. Hierdurch wird zwar das Wärmeträgermedium wieder aufgeheizt und die für die im unteren Teil des Wanderbettreaktors stattfindende Entgasung (Pyrolyse) notwendige Wärme größtenteils bereitgestellt. Der Verzicht auf eine optimale Ausnutzung des Wärmeinhaltes der Rauchgase und der Einsatz einer Zusatzheizung zur Aufheizung des Wärmeträgers wird jedoch als erfindungswesentlich offenbart (Spalte 2 Zeilen 38-48). Das Verfahren nach D2 gibt dem Fachmann daher keinen Hinweis, die Rauchgase zur Aufheizung des Wärmeträgermaterials auf Reformingtemperaturen, die nochmals höher als Pyrolysetemperaturen sind, einzusetzen, und ist daher bei der Lösung der technischen Aufgabe nicht zielführend. Der Gegenstand von Anspruch 1 ist somit erfinderisch und erfüllt die Erfordernisse von Artikel 33(3) PCT.

5. Die Ansprüche 2-15 sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

#### **Zu Punkt VIII**

##### **Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

6. Die Ansprüche 3, 5-7, 10, 14-15 werden nicht, wie in Artikel 6 PCT vorgeschrieben, durch die Beschreibung gestützt, da ihr Umfang über den durch die Beschreibung und die Zeichnungen gerechtfertigten Umfang hinausgeht bzw. die beanspruchten Merkmale in der Beschreibung fehlen.

dmdm0002 (3868/00)  
d13/d3479  
AC/sa

(neue) Patentansprüche

5           1.     Verfahren zur Herstellung eines Produktgases mit hohem Heizwert aus organischen Stoffen oder Stoffgemischen, bei welchem ein im Kreislauf gefahrenes Wärmeträgermedium eine Aufheizzone, eine Reaktionszone, eine Pyrolysezone und eine Trennstufe durchläuft und anschließend in die Aufheizzone zurückgeführt wird, wobei

- 10           -     die organischen Stoffe oder Stoffgemische in der Pyrolysezone durch Kontakt mit dem aufgeheizten Wärmeträgermedium in einen festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand und Pyrolysegase als flüchtige Phase aufgespalten werden,
- 15           -     nach Durchlauf der Pyrolysezone der feste, kohlenstoffhaltige Rückstand in der Trennstufe von dem Wärmeträgermedium abgetrennt wird,
- 20           -     und die Pyrolysegase mit Wasserdampf als Reaktionsmittel vermischt und in der Reaktionszone durch Abtausch eines Teils der im aufgeheizten Wärmeträgermedium enthaltenen Wärme derart nacherhitzt werden, daß ein Produktgas mit hohem Heizwert entsteht,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,

GEÄNDERTES BLATT



- daß der Wasserdampf den Pyrolysegasen in der Pyrolysezone zugemischt wird,
- daß der gesamte feste, kohlenstoffhaltige Rückstand einer gesonderten Feuerung zugeführt und dort verbrannt wird,
- 5     - und daß die heißen Abgase dieser Feuerung durch eine in der Aufheizzone befindliche Schüttung des Wärmeträgermedium geführt werden, wobei ein großer Teil der fühlbaren Wärme in definierter Weise an das Wärmeträgermedium abgegeben wird.

2.     Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der  
10    Wasserdampf den Pyrolysegasen in der Pyrolysezone in der Nähe zum Austrag des Gemisches aus Wärmeträgermedium und festem kohlenstoffhaltigem Rückstand zugemischt wird.

3.     Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil  
15    der Pyrolysegase oder des Produktgases in der Feuerung für den kohlenstoffhaltigen Rückstand oder einer separaten Feuerung verbrannt und die dabei freigesetzte Wärme in der Pyrolysezone und der Reaktionszone benutzt wird.

4.     Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
20    Reaktion der Pyrolysegase mit dem Wasserdampf in Gegenwart eines Katalysators durchgeführt wird.

5.     Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das  
Wärmeträgermedium aus feuerfesten Stoffen wie Sand, Kies, Splitt, Aluminosilikat, Korund, Grauwacke, Quarzit oder Cordierit.

6.     Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das  
25    Wärmeträgermedium aus Formkörpern aus metallischen, hierunter bevorzugt magnetischen Materialien oder nichtmetallischen Keramikmaterialien, auch Sintermaterialien oder Eisenerzpellets besteht.

GEÄNDERTES BLATT

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtheit des eingesetzten Wärmeträgermediums wenigstens zum Teil aus einem in der Reaktionszone katalytisch aktiven Material besteht.

5 8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung des Wärmeträgermediums von dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand nach Verlassen der Pyrolysezone magnetisch erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
10 Trennung des Wärmeträgermediums von dem festen kohlenstoffhaltigen Rückstand nach Verlassen der Pyrolysezone pneumatisch mit Hilfe einer Windsichtung erfolgt, wobei als Sichtermedium bevorzugt Luft, hier wiederum bevorzugt Verbrennungsluft für die Feuerung, oder Abgas, hier wiederum bevorzugt zurückgeführtes Abgas aus der Feuerung, benutzt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
1.5 Förderung wenigstens eines der folgenden Medien diskontinuierlich oder schubweise erfolgt: organischer Stoff, Wärmeträgermedium, fester, kohlenstoffhaltiger Rückstand, Gemisch aus Wärmeträgermedium und festem, kohlenstoffhaltigem Rückstand beim Verlassen der Pyrolysezone.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
2.0 fühlbare Wärme des Produktgases und des Abgases der Feuerung wenigstens teilweise zur Erzeugung des Wasserdampfes als Reaktionsmittel oder zur Luftvorwärmung für die Feuerung genutzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
2.5 fühlbare Wärme des Produktgases und des Abgases der Feuerung wenigstens teilweise zur Vortrocknung und Aufheizung des organischen Stoffes direkt oder indirekt genutzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeträgermedium nach durchlaufen der Aufheizzone aufgeteilt wird in einen

Teil, der die Reaktionszone durchläuft, und in einen Teil, der unmittelbar in der Pyrolysezone eingesetzt wird, und das Wärmeträgermedium, welches die Reaktionszone durchlaufen hat, in die Pyrolysezone weitergeleitet oder dem restlichen Wärmeträgermedium nach der Pyrolysezone zugegeben wird.

5            14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß neben dem Wärmeträgermedium ein stark basischer fester Stoff bevorzugt Kalziumoxid, Kalziumhydroxid, Kalziumcarbonat durch die Pyrolysezone geleitet wird, der anschließend ebenfalls vom Wärmeträgermedium abgetrennt und entweder durch die Feuerung oder unmittelbar nach draußen geleitet wird.

10           15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Produktgas abgekühlt und das dabei entstehenden Kondensat gereinigt und zur Erzeugung des Prozeßdampfes wieder verwendet oder der Feuerung oder dem Wärmeträgermedium oder dem kohlenstoffhaltigem Rückstand zum Zwecke der Eindampfung und Verbrennung der darin enthaltenen, verbrennlichen Anteile  
15 zugegeben wird.

**Translation**

PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference dmdm0002	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IEPA/416)	
International application No. PCT/EP00/09275	International filing date ( <i>day/month/year</i> ) 22 September 2000 (22.09.00)	Priority date ( <i>day/month/year</i> ) 24 September 1999 (24.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C10B 53 02		
Applicant DR. MÜHLEN GMBH & CO. KG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
  2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.
- ☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 24 April 2001 (24.04.01)	Date of completion of this report 02 January 2002 (02.01.2002)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/09275

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages \_\_\_\_\_ 1-20 \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_ 1-15 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 19 December 2001 (19.12.2001)
- ☒ the drawings:  
 pages \_\_\_\_\_ 1/3-3/3 \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_ 16-20 \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement**

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

1. This report makes reference to the following documents:

D1 DE-C-971 789

D2 DE-B-10 90 632.

2. D1, considered to be the closest prior art, discloses (cf. page 3, lines 25 to 71, Figure) a method for producing city gas from solid fuels by pyrolysis and gasification, that differs from the subject matter of Claim 1 in that the heat carrier medium in the heating zone is not heated by the hot waste gases from combustion of the solid pyrolysis residue but in another way. The solid residue occurring during pyrolysis is removed from the system and used elsewhere, e.g. to fuel the boiler (page 2, lines 116 to 122).
3. The problem to be solved by the present invention can therefore be considered to be one of supplying the solid pyrolysis residue to a furnace and to convey the resulting hot waste gases through a fill of the heat carrier material, which fill is in the

heating zone to heat the heat carrier material to re-shaping temperatures, i.e. to temperatures above 1000°C, thereby achieving efficient use of the combustion heat.

4. In the remaining prior art, D2 (column 3, lines 1 to 56, figure) discloses a degasification device that is coupled to a steam boiler. The solid fuel is degasified by bonding with a hot heat carrier medium in a moving bed reactor. The degasified fuel is burnt and the flue gases used by removing a part of their sensible heat to produce steam. After cooling below the ash melting point the flue gases of the boiler are conveyed through the upper part of the degasification reactor into which the heat carrier medium was returned after leaving the degasification stage, and where it is in the form of a moving bed. Consequently, although the heat carrier medium is reheated and the heat required for degasification (pyrolysis) that occurs in the lower part of the moving bed reactor is made available for the most part, the lack of optimal use of the heat content of the flue gases and the use of additional features to heat the heat carrier is considered essential to the invention (column 2, lines 36 to 48). The method as described in D2 therefore does not suggest to a person skilled in the art that flue gases can be used to heat the heat carrier material to re-shaping temperatures that are even higher than pyrolysis temperatures, and does not lead to a result when solving the technical problem. The subject matter of Claim 1 is thus inventive and meets the requirements of PCT Article 33(3).

5. Claims 2 to 15 are dependent on Claim 1 and thus

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

EP 00/09275

also meet the PCT requirements concerning novelty  
and inventive step.



**VIII. Certain observations on the international application**

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

Claims 3, 5 to 7, 10, 14 to 15 are not supported, as stipulated in PCT Article 6, by the description, since their scope goes beyond the scope justified by the description and the drawings, and the description lacks the claimed features.

— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Wärmeträgermedium übertragen wird, wird dadurch gelöst, dass der Einsatzstoff (101) im Pyrolysereaktor (104) mit Hilfe des Kreislaufes eines heißen Wärmeträgermediums in eine flüchtige Phase und einen festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand aufgespalten wird, wobei die flüchtige Phase nach Zumischung des Reaktionsmittels (109) ebenfalls mit Hilfe des Wärmeträgers in der zweiten Reaktionszone (Reformer) (107) durch weiteres Erhitzen in das Produktgas umgewandelt wird, während der feste, kohlenstoffhaltige Rückstand in der Trennstufe (121) vom Wärmeträger abgetrennt und in der Feuerung (105) verbrannt wird, und der Wärmeträger in der Aufheizzone (117) durch die Abgabe der Feuerung (105) aufgeheizt wird, wonach der Wärmeträger wieder in den Reformer (107) und danach in den Pyrolysereaktor (104) zurückgeführt wird.

## Verfahren zur Vergasung von organischen Stoffen und Stoffgemischen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vergasung von organischen Stoffen und Stoffgemischen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Aus der US-PS 4,568,362 [1] ist ein Verfahren zur Vergasung von organischen Stoffen und Stoffgemischen bekannt, bei dem die organischen Stoffe in einen Pyrolysereaktor geleitet werden, in dem diese Stoffe mit einem Wärmeträgermedium in Kontakt kommen, wodurch eine schnelle Pyrolyse  
10 stattfindet, bei der diese Stoffe in Pyrolyseprodukte, d.h. Pyrolysegase mit kondensierbaren Stoffen und festen kohlenstoffhaltigen Rückstand umgesetzt werden. Die nötige Wärmeenergie für die Pyrolyse wird durch Verbrennen des festen kohlenstoffhaltigen Rückstandes erzeugt. Die teerhaltigen Pyrolysegase werden in einer zweiten Reaktionszone derart Crackreaktionen  
15 und Reaktionen mit Wasserdampf unterworfen, daß ein Produktgas mit hohem Heizwert erhalten wird.

Bei diesem Verfahren erfolgt sowohl die Pyrolyse, als auch die Verbrennung des festen, kohlenstoffhaltigen Rückstandes in einer Wirbelschicht. Im oberen Teil des Pyrolyse- Wirbelschichtreaktors ist eine Reaktionszone für die  
20 teerhaltigen Pyrolysegase vorgesehen. Das Wärmeträgermedium wird zusammen mit dem festen kohlenstoffhaltigen Rückstand zum Teil über den Reaktorkopf des Pyrolyse- Wirbelschichtreaktors und der restliche Anteil über eine Leitung, die an der oberen Wirbelschichtgrenze angeordnet ist,  
25 ausgetragen und der Wirbelschichtfeuerung zugeführt. Dort wird der feste kohlenstoffhaltige Rückstand verbrannt und das Wärmeträgermedium aufgeheizt. Das aufgeheizte Wärmeträgermedium und die Asche werden zusammen mit dem Abgas aus der Wirbelschichtfeuerung ausgetragen und in einem oberhalb des Pyrolyse- Wirbelschichtreaktors angeordneten Gas-  
30 Feststoff-Abscheider abgetrennt und der Reaktionszone des Pyrolysereak-

tors zugeführt, von der sie wieder in die Wirbelschicht des Pyrolysereaktors fallen (Wärmeträgermedium-Kreislauf).

Das Betreiben dieser Wirbelschichten ist jedoch sehr aufwendig, und eine  
5 Beeinflussung der Reaktionen der Pyrolysegase in der Reaktionszone ist kaum möglich. Zudem muß in der Reaktionszone hoch überhitzter Wasserdampf eingesetzt werden, was wiederum den Einsatz aufwendig aufbereiteten Wassers voraussetzt.

10 Aus der DE-PS 197 55 693 [2] ist ein Verfahren zur Vergasung von organischen Stoffen und Stoffgemischen bekannt, bei dem die organischen Stoffe in einem Wanderbettreaktor mit einem Wärmeträgermedium in Kontakt gebracht werden, wodurch eine schnelle Pyrolyse stattfindet, bei der die organischen Stoffe einesteils in einen kohlenstoffhaltigen, festen Rückstand, an-  
15 demteils in ein aus kondensierbaren, flüchtigen und gasförmigen Bestandteilen bestehendes Pyrolysegas umgesetzt werden.

Danach werden der Wärmeträger und der Pyrolysekoks einer Verbrennung zugeführt, in welcher zum einen der kohlenstoffhaltige Rückstand verbrannt,  
20 zum anderen das Wärmeträgermedium aufgeheizt wird, bevor es wieder der Pyrolyse zugeführt wird.

Das teerhaltige Pyrolysegas wird nach Zufügung eines Reaktionsmittels – in der Regel Wasserdampf – in einer als indirekter Wärmetauscher ausgeführ-  
25 ten, zweiten Reaktionszone derart nacherhitzt, daß ein Produktgas mit hohem Heizwert erhalten wird, wobei die indirekte Beheizung dieses Wärmetauschers durch die Verbrennungsabgase unter deren Abkühlung erfolgt. Die Asche wird nach der Feuerung aus einem Teilstrom des Gemisches aus Wärmeträger und Asche des festen, kohlenstoffhaltigen Rückstandes me-  
30 chanisch vom Wärmeträger abgetrennt, abgekühlt und ausgeschleust.

Dieses Verfahren weist jedoch einige Aspekte auf, die eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens aufwendig und teuer machen und sowohl den Betrieb als auch die Verfügbarkeit nachteilig beeinflussen können: Zum ersten wird der Wärmeträger im aufgeheizten Zustand von der Verbrennung zurück in die Pyrolyse gefördert, d.h. bei einer Temperatur weit oberhalb der Pyrolysetemperatur, die mit 550 - 650 °C angegeben wird. Dadurch muß auf werkstofflich und mechanisch besonders aufwendige Förderorgane zurückgegriffen werden. Ferner muß, insoweit der aufgeheizte Wärmeträger noch mit Asche vermischt ist, mit Erweichung der letzteren und damit Verbackungsproblemen gerechnet werden. Zum zweiten erfordert der verwendete, indirekte Wärmetauscher aufgrund seiner Arbeitsbedingungen – beiderseits Temperaturen 500 – 1.000 °C, einerseits reduzierende Bedingungen, stark korrosive Bestandteile sowohl im Pyrolyse- und Produktgas als auch im Verbrennungsabgas – sehr aufwendige Werkstoffe und aufgrund möglicher Ascheerweichung ein zusätzliches, unter Umständen aufwendiges Abreinigungssystem. Die Gefahr der Ascheanbackung im Wärmetauscher setzt auch dem Betrieb und der Gestaltung der Feuerung enge Grenzen. Eine weitere Schwierigkeit besteht im Zumischen von Dampf zu den Pyrolysegasen: Entweder der Dampf wird mit großem Aufwand hoch überhitzt oder man erhält eine Absenkung der Temperatur, die zu Kondensation von Teer und damit zu Verbackungsproblemen führen kann. Schließlich sind Situationen denkbar, in denen ein definierter Wärmeübergang an das wieder aufzuheizende Wärmeträgermedium in der Feuerung nicht gewährleistet werden kann. So ist zu befürchten, daß sich der Pyrolysekoks und das Wärmeträgermedium in der Feuerung entmischen, so daß beispielsweise im Fall einer Rostfeuerung der Pyrolysekoks oben auf der Schicht abbrennt, während das Wärmeträgermedium sogar noch durch die von unten anströmende Rostluft abgekühlt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfach durchzuführendes Verfahren zur Erzeugung eines hochwertigen, unverdünnten und heizwer-

reichen Produktgases mit geringem, apparativem Aufwand zur Verfügung zu stellen, bei dem der Einsatz von Wirbelschichten oder Wärmetauschern mit beidseitig hoher Temperatur vermieden wird, und bei dem der Wärmeübergang aus der Feuerung an das Wärmeträgermedium in besonders definierter Weise erfolgt.

- Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination des Anspruches 1 gelöst. Ähnlich wie in [2] wird der Grundgedanke weiterverfolgt, das Verfahren in drei einfach durchzuführende Verfahrensschritte aufzuteilen: Eine schnelle Pyrolyse, Gewinnung des Produktgases aus den Pyrolysegasen nach Zumischung von Prozeßdampf in homogenen Gasphasenreaktionen unter Wärmezufuhr, Erzeugung der für die Pyrolyse und die Gasphasenreaktionen benötigten Wärme durch Verbrennen des Pyrolysekokes, eines festen, kohlenstoffhaltigen Rückstandes. Eine wesentliche Weiterung stellt jedoch der Gedanke dar, die Wärme der Feuerung in definierter Weise und erzwungen an das Wärmeträgermedium zu übertragen. Bringt man nämlich, wie in [2] beschrieben, den Pyrolysekoks und das Wärmeträgermedium als Gemisch in die Feuerung ein, so muß damit gerechnet werden, daß sich beispielsweise auf einem Verbrennungsrost das Wärmeträgermedium und der Pyrolysekoks entmischen, so daß während der Verbrennung das Wärmeträgermedium nicht nur ungenügend aufgeheizt, sondern sogar noch durch die von unten den Rost durchströmende Verbrennungsluft gekühlt wird. Lediglich in einem Drehrohrofen oder einer Wirbelschicht ist eine definierte und erzwungene Wärmeübertragung denkbar, da hier die Feststoffe über die schürende Wirkung eines Rostes hinaus intensiv durchmischt werden. Dabei ist jedoch ein Drehrohrofen eine sehr teure Feuerung mit schlechter Luftzumischung, während aus den vorgenannten Gründen eine Wirbelschicht nicht in Betracht kommt.
- Erfindungsgemäß wird daher unmittelbar nach Verlassen des Pyrolysereaktors das Gemisch aus dem Pyrolysekoks und dem Wärmeträgermedium auf-

getrennt, und der Pyrolysekoks in die Feuerung verbracht, während das Wärmeträgermedium in eine Aufheizzone gefördert wird, in der es als Schüttung von heißem Rauchgas durchströmt und so definiert aufgeheizt wird. Durch die damit erreichte Entkoppelung der Verbrennung des Pyrolysekoks

5 sekoks einerseits und der Aufheizung des Wärmeträgermediums andererseits wird zweierlei erreicht: Zum einen kann die Verbrennung des Pyrolysekoks vollständig den Erfordernissen dieses Brennstoffs angepaßt werden, daß heißt, grundsätzlich kommt wieder jeder Feuerungstyp in Betracht. Zum

10 andern kann die Aufheizzone des Wärmeträgermediums in einen beliebigen Punkt einer Anlage nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verlagert werden, so daß an die Stelle des aufwendigen, mechanischen Transportes des auf maximale Prozeßtemperatur aufgeheizten Wärmeträgermediums lediglich die vergleichsweise einfache Förderung eines heißen Abgases aus einer

15 Feuerung und der Transport des Wärmeträgermediums mit der niedrigsten Prozeßtemperatur - der Sockeltemperatur nach Verlassen des Pyrolyseaktors - in die Aufheizzone tritt.

Erfindungsgemäß wird die Pyrolyse des organischen Stoffes in einem Reaktor durchgeführt, der bei größtmöglicher, apparativer Einfachheit und robuster Betriebsweise den Übergang der für die Aufheizung, Trocknung und

20 Pyrolyse notwendigen Wärme auf möglichst effektive Weise erlaubt. Damit kommt in der Regel ein Wanderbettreaktor oder eine Drehtrommel für diese Aufgabe in Frage. Die Pyrolysetemperatur liegt dann vorzugsweise in einem Bereich zwischen 500 und 650 °C.

25 Die Art der Trennung von Pyrolysekoks und Wärmeträgermedium hängt von der Beschaffenheit des Wärmeträgermediums ab und kann auf verschiedene Weise erfolgen. Eine mechanische Trennung kann beispielsweise mit einer zweistufigen Siebung erfolgen. Günstig wirkt sich dabei aus, daß die Temperatur der zu trennenden Medien nur ca. 500 - 600 °C beträgt, so daß auf

30 marktgängige Werkstoffe zurückgegriffen werden kann. Die Trennung durch

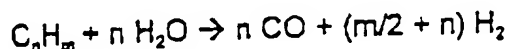
Siebung in zwei Stufen kommt dann in Betracht, wenn das Wärmeträgermedium aus formbeständigen Partikeln innerhalb eines engen Korngrößenspektrums besteht. Dabei wird der Wärmeträger als Mittelgut abgezogen, während der Pyrolysekoks als Grob- und Feingut abgezogen wird. Solange  
5 die beiden Siebschnitte nahe genug beisammen sind, gelangt anteilig recht wenig Pyrolysekoks in das Wärmeträgermedium, wo es in der Regel nicht stört. Eine weitere Möglichkeit ist die Benutzung eines Wärmeträgers mit magnetischen Eigenschaften, etwa Stahlkugeln. Diese können mit Hilfe eines Magneten aus der Mischung abgetrennt werden. Hierbei ist allerdings  
10 anzumerken, daß die magnetische Abscheidung heißer Schüttgüter noch nicht mit marktüblichen Komponenten bewerkstelligt werden kann. Schließlich bietet sich als Möglichkeit die Windsichtung an, wenn das Wärmeträgermedium eine ausreichende Dichte aufweist. Als Sichterfluid bietet sich dabei die Verbrennungsluft an, vorzugsweise allerdings aus Sicherheits-  
15 gründen ein Teilstrom zurückgekreisten Rauchgases. Es empfiehlt sich in einem solchen Fall, die Feuerung sehr nahe bei der Trennstufe anzuordnen. Die Feuerung sollte dann vorteilhaft Gebrauch von der Fluidisierung bzw. Dispersion des Brennstoffs im Trägergas machen, wie zum Beispiel eine Zyklonfeuerung.

20 Durch die Trennung von Wärmeträgermedium und Pyrolysekoks ist nunmehr der Feuerungstyp nahezu unerheblich. Es gelten jedoch einige Randbedingungen: Zum einen ist bei gegebener Temperatur des Reformings das Rauchgas am Ende der Feuerung mit einer Temperatur abzugeben, die die  
25 Wärmeverluste auf dem Wege zur Aufheizzone, die Grädigkeit der Wärmeübertragung an das Wärmeträgermedium innerhalb der Aufheizzone und die Grädigkeit des Wärmeträgers beim Wärmeübergang in der zweiten Reaktionszone während des Reformings berücksichtigt. Beträgt beispielsweise die Temperatur des Reforming 1.000 °C, dann sollte der Wärmeträger bei Eintritt  
30 in diese Zone ca. 1.050 °C heiß sein. Bei entsprechender Auslegung der Aufheizzone kann dies mit 1.075 °C heißem Rauchgas erzielt werden. Um



die Verluste des Weges von der Feuerung zu dieser Aufheizzone abzudecken, muß das Abgas beim Verlassen der Feuerung etwas heißer sein, also beispielsweise 1.100 °C. Zum andern müssen vielfach bezüglich des mineralischen Anteils des Pyrolysekoks bestimmte Randbedingungen eingehalten werden. So braucht zwar grundsätzlich ein Schmelzen oder Versintern der Asche nicht ausgeschlossen zu werden, aber die Asche als Produkt kann einen trockenen Abzug der Asche unter Vermeidung jeglicher Erweichung erforderlich machen, beispielsweise, wenn Hühnemist vergast werden, und die erzeugte Asche als hochwirksamer, wertvoller Dünger verwendet werden soll. In solchen Fällen kann zum Beispiel gestufte Verbrennung mit unterstöchiometrischem Betrieb eingesetzt werden, bei der erst durch Zufügung von Sekundärluft der vollständige Ausbrand und damit die notwendige Temperatur erzeugt wird. Noch zu erwähnen ist, daß in Fällen, in denen der gebildete Pyrolysekoks nicht zur Erzeugung der Prozeßwärme ausreicht, Produktgas zugefeuert werden kann.

Die zweite, wesentliche Ergänzung stellt die nunmehrige Einbeziehung der zweiten Reaktionszone in den Wärmeträgerkreislauf dar: Die Reformierung geschieht in direktem Kontakt mit dem Wärmeträgermedium nach den bekannten Reaktionen mit Wasserdampf, beispielsweise



Dadurch werden Anbackungen infolge von möglicher Rußbildung und anderen Crackprozessen nunmehr tolerierbar, da wegen der Umwälzung des Wärmeträgermediums die wärmeübertragenden Oberflächen immer wieder regeneriert werden. Die Folge der Einbeziehung der zweiten Reaktionszone in den Wärmeträgerkreislauf ist eine erhebliche Vergrößerung des Wärmeträgerkreislaufes.

- Das Verfahren eröffnet erfindungsgemäß mindestens zwei prinzipielle Möglichkeiten der Führung des Wärmeträgerkreislaufes. Bezüglich des Wärmeträgers können die zweite Reaktionszone und der Pyrolysereaktor hintereinander oder parallel geschaltet sein. Der wesentliche Vorteil der Hintereinanderschaltung ist die apparative Einfachheit: Die Aufheizzone, die zweite Reaktionszone und der Pyrolysereaktor sind untereinander angeordnet, so daß sich das Wärmeträgermedium schwerkraftgetrieben von oben nach unten durch die Anordnung bewegt. Die Pyrolyse wird gegenüber der in [2] beschriebenen Anordnung insoweit verändert, als daß nun mit sehr viel mehr Wärmeträgermedium mit allerdings deutlich geringerer Temperatur die Pyrolyse durchgeführt werden muß. Tritt zum Beispiel das Wärmeträgermedium mit 1.050 °C in die zweite Reaktionszone zum Zweck des Reforming ein, so verläßt es diese mit nur noch ca. 750 °C. Bei der Parallelschaltung ändert sich die Pyrolysestufe gegenüber der in [2] beschriebenen Anordnung nicht. Infolge der Aufteilung des heißen Wärmeträgerstromes auf Pyrolysereaktor und zweite Reaktionszone und der anschließenden Zusammenführung ist allerdings mit höherem apparativem Aufwand zu rechnen. Daher ist die Parallelschaltung in den Fällen zu bevorzugen, in denen die Berührung des Einsatzstoffes mit besonders heißem Wärmeträgermedium vorteilhaft ist.
- Schließlich soll noch auf die Zumischung von Prozeßdampf zu den Pyrolysegasen vor dem Reforming in der zweiten Reaktionszone eingegangen werden: Diese hat im Überschuß bezüglich der zu erwartenden homogenen Gasphasenreaktionen zu erfolgen, da nur so eine mögliche Rußbildung konsequent unterdrückt werden kann. Ein Anhaltspunkt hierfür besteht in der Einhaltung einer gewissen Wasserdampfkonzentration im frischen Produktgas, nämlich beispielsweise 20 Vol.-% oder mehr. Andererseits ist zu erwarten, daß eine Mengenregelung der Prozeßdampfzugabe mit einer Wasserdampfkonzentration als Meßgröße sehr aufwendig und teuer sein dürfte. Besser dürfte die Einstellung eines festen Wertes sein, der über eine ohnehin möglicherweise vorhandene Mengenmessung leistungsabhängig geführt

wird. Eine Gestaltungsmöglichkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens, die hier in jedem Fall erwähnt werden soll, besteht in der Wahl des Ortes der Vermischung des Prozeßdampfes mit dem Pyrolysegas. Diese muß zwar spätestens vor Eintritt in die zweite Reaktionszone, den Reformier, erfolgen, 5 kann aber stromaufwärts in den Pyrolysereaktor und dort beliebig innerhalb des Pyrolysereaktors verlagert werden bis an dessen unteres Ende. Mit dem unteren Ende des Pyrolysereaktors ist dabei der Austritt des Gemisches aus Wärmeträgermedium und dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand gemeint. Hierdurch ändert sich zwar die Aufteilung des Wärmeeinsatzes zwischen 10 Pyrolyse und Reforming, aber letztlich ist das Spülen der Pyrolyse mit Dampf bei Dampfzugabe in der Nähe des feststoffseltigen Austritts aus dem Pyrolysereaktor in mehrerlei Hinsicht vorteilhaft: Zum ersten wird so die Temperatur des Pyrolysegases auf dem Weg in die zweite Reaktionszone an keiner Stelle abgesenkt, so daß nicht mit Kondensation zu rechnen ist. Zum 15 zweiten ist bekannt [3], daß die Ausbeute flüchtiger Bestandteile bei der Pyrolyse von Biomassen durch Spülen mit Wasserdampf erhöht werden kann. Dies kann vorteilhaft sein, da eine zu hohe Ausbeute an festem Pyrolyseprodukt über den Wärmebedarf des Verfahrens hinaus die Ausbeute an Produktgas und - damit zusammenhängend - den Kaltgaswirkungsgrad schmälert. Schließlich und zum dritten wird hierdurch einer möglichen Leckage von 20 Pyrolysegas in Richtung der Trennstufe für Wärmeträgermedium und Pyrolysekokks vorgebeugt.

Fig. 1 zeigt eine mögliche Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes. Es 25 handelt sich hierbei um die weiter oben dargestellte Serienschaltung, bei der von oben nach unten die Aufheizzone, die zweite Reaktionszone (Reformier) und der Pyrolysereaktor hintereinandergeschaltet sind. Der Einsatzstoff 101 wird über eine Fördereinrichtung 102 und die Schleuse 103 in den Pyrolysereaktor 104 geleitet. Die Fördereinrichtung 102 ist als Förderschnecke, 30 Bandförderer oder ähnliches ausgeführt und kann beheizt sein, wobei Niedertemperaturwärme 151 aus der Abhitzenutzung des Abgases und des

- Produktgases (siehe weiter unten) mit Vorteil - nämlich zur Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades - eingesetzt werden kann. Die Brüden 152 werden, wenn es sich um ein offenes System handelt, in die Umgebung abgegeben, ansonsten entweder dem Pyrolysereaktor 104 oder der Feuerung 105 zuge-
- 5 gegeben. Die Zugabe in den Pyrolysereaktor 104 hat den Vorteil, daß weniger Prozeßdampf zugeführt werden muß. Technisch einfacher ist jedoch die Zugabe in die Feuerung 105, da diese in einem leichten Unterdruck betrieben wird. Der Pyrolysereaktor 104 ist vorzugsweise als zylindrischer Schacht ausgeführt. Neben dem Einsatzstoff fällt hier hinein auch das Wärmeträger-
- 10 medium, von der zweiten Reaktionszone (Reformer) 107 kommend, über die Schleuse 106. Diese ist von beliebiger Bauart, vorteilhaft jedoch als Zellenradschleuse oder Taktschubschleuse ausgeführt, und braucht nicht gasdicht zu sein.
- 15 Zunächst werde der weitere Weg der ausgetriebenen Flüchtigen beschrieben. Diese verlassen den Pyrolysereaktor 104 im Gemisch mit dem zugeführten Prozeßdampf 109 über eine separate Leitung 108 hin zur zweiten Reaktionszone 107. Grundsätzlich wäre auch der Weg über die Schleuse 106 und damit der Wegfall der separaten Leitung 108 möglich, nämlich
- 20 dann, wenn diese sich permeabel ausführen ließe dergestalt, daß sie für Gas zu jeder Zeit unbeschränkt durchlässig ist, während das Wärmeträgermedium nur dosiert oder im Rahmen des Schleusvorganges getaktet hindurchtreten kann. Während nämlich das Wärmeträgermedium nur dosiert in den Pyrolysereaktor 104 eintreten darf mit der Möglichkeit, den Zufluß ganz
- 25 zu unterbrechen, muß stets die gesamte Pyrolysegasmenge nebst dem zugemischten Prozeßdampf 109 ungehindert entweichen können. Durch eine entsprechende Gestaltung des Bodens der zweiten Reaktionszone (Reformer) 107 wird der Strom der Flüchtigen aus der Pyrolyse auf einem möglichst langen Weg durch die im Reformer befindliche Schüttung aus Wärmeträgermedium 110 geleitet. Letztere bewegt sich im Gegenstrom zu dem
- 30 unter Aufheizung zu Produktgas reagierenden Gasgemisch von oben nach

unten und kühlt sich dabei ab. Im oberen Teil des Reformers 107 kann sich zur Unterstützung des Umwandlungsvorganges der Katalysator 111 in Form einer Schüttung oder, bevorzugt, einer Wabenpackung befinden. Es ist wichtig, daß sich der Katalysator 111 am oberen, heißen Ende des Reformers 107 befindet, da das entstehende Produktgas an dieser Stelle noch ungereinigt ist und folglich in Abhängigkeit vom Einsatzstoff 101 noch eine Reihe von Katalysatorgiften wie etwa Schwefel enthalten kann, viele Katalysatoren wie z.B. solche auf Nickelbasis, jedoch bei hoher Temperatur unempfindlicher werden und sogar regeneriert bzw. „freigebrannt“ werden können. Dies könnte im Reformer 107 sehr einfach z.B. durch von Zeit zu Zeit erfolgende, geringe Luftzumischung erreicht werden, wobei allerdings in dieser Zeit eine Einbuße der Produktgasqualität in Kauf zu nehmen wäre. Nach oben verläßt der Produktgasstrom 112 den Reformer 107. An dieser Stelle liegt gleichzeitig die höchste Temperatur des gesamten Pyrolysegas- bzw. Produktgaspfades vor, so daß die fühlbare Wärme des Produktgasstromes 112 auf jeden Fall genutzt werden sollte. Dies kann vorteilhaft innerhalb des Abhitzekekessels 113 geschehen. Zumindest ein Teil des dort erzeugten Dampfes kann dann als Prozeßdampf 109 dem Prozeß wieder zugeführt werden. Nach der Abhitzenutzung tritt das rohe Produktgas in die Reinigungs- und Konditionierungsstufe 114 ein, deren Wirkungsweise dem nachfolgenden Einsatzzweck des Produktgases angepaßt und an sich bekannt ist. In der Reinigungsstufe 114 ist gleichzeitig eine Konditionierung des dort in der Regel durch Abkühlung des Produktgases erhaltenen, wäßrigen Kondensates enthalten. Die Einstellung des Drucks im Pyrolysereaktor 104 - vorzugsweise leichten Überdruck - sowie den Transport des Produktgases und seiner Vorläufer übernimmt der Ventilator 115. Hinter dem Ventilator 115 verläßt der gereinigte Produktgasstrom 116 die Anlage. Der ggf. konditionierte Kondensatstrom 153 kann nun dem Abhitzekekessel 113 als Speisewasser zugeführt oder in der Feuerung 105 eingedampft werden, so daß grundsätzlich eine abwasserfreie Führung des Gesamtprozesses möglich ist. Eine Möglichkeit, das Kondensat der Feuerung zuzuführen, besteht darin,

daß das Kondensat der weiter unten beschriebenen Trennstufe 121 zugeführt und unter Abkühlung des Wärmeträgers oder des kohlenstoffhaltigen Rückstandes eingedampft wird, und die Brüden der Feuerung zugeführt werden. Soll die fühlbare Wärme sehr weitgehend genutzt, und ggf. Dampf  
5 an externe Verbraucher abgegeben werden (worunter auch die externe oder ggf. im Förderer 102 interne Konditionierung des Einsatzstoffes zählt), dann empfiehlt sich der alleinige Einsatz von Frischwasser 154 als Speisewasser, während das Kondensat 153 möglichst komplett verworfen oder „verbrannt“ wird.

10

Im folgenden soll der Weg des Wärmeträgermediums und des Pyrolysekokes weiter verfolgt werden. Das Gemisch aus Wärmeträgermedium und Pyrolysekoks tritt durch die Schleus- und Fördereinheit 120 in die Trennstufe 121 ein. Deren Wirkweise - mechanisch durch Siebung oder Sichtung oder  
15 magnetisch - wurde bereits weiter oben beschrieben. Danach gelangt der abgetrennte Pyrolysekoksstrom 122 - am besten unverzüglich - in die Feuerung 105. Dort wird er mit der Verbrennungsluft 155 zu einem heißen Abgas verbrannt, welches über die Heißgasleitung 123 zur Aufheizzone 117 des Wärmeträgermediums (Vorwärmer) gefördert wird. Die Möglichkeiten, über  
20 den Luftüberschuß oder Rauchgasrückführung, sowie gestufte Verbrennung die Temperatur im Brenngut und die Rauchgastemperatur voneinander zu entkoppeln, so daß trotz der erforderlichen Rauchgastemperatur trocken entascht werden kann, werden als bekannt vorausgesetzt und daher nicht weiter besprochen. Zu erwähnen bleibt noch der Asche-/Schlackestrom 156,  
25 der die Feuerung nach außen verläßt und auf diesem Wege ggf. abgekühlt wird.

Das Wärmeträgermedium wird mit dem Förderorgan 124 unmittelbar zum Vorwärmer 117 gefördert. Das Förderorgan soll für den in mechanischer  
30 Hinsicht schonenden Transport heißen Materials unter Minimierung von Wärmeverlusten ausgelegt sein. In erster Linie ist dabei an den Einsatz ei-

nes Becherwerkes, eines Rohrkettentransporters oder eines Kübelaufzuges zu denken.

In der vorliegenden, erfindungsgemäßen Ausführung ist der Vorwärmer 117  
5 unmittelbar oberhalb des Reformers 107 angeordnet und von diesem  
gasseitig durch die Schleuse 118 getrennt. Letztere muß so weit wie möglich  
gasdicht sein, damit keine Vermischung von Rauchgas und Produktgas ein-  
tritt. Bezüglich der Bauart gibt es für die Schleuse 118 keine besonderen  
Anforderungen. Analog zum Reformer 107 durchströmt das Abgas den Vor-  
10 wärmer von unten nach oben im Gegenstrom zum Wärmeträgermedium.  
Dieses tritt mit der Sockeltemperatur des Prozesses von ca. 500 °C oben in  
den Vorwärmer 117 ein. Diese Sockeltemperatur ergibt sich aus der Pyroly-  
se-Endtemperatur abzüglich einer Temperaturemniedrigung aufgrund von  
Wärmeverlusten. Wird der Vorwärmer 117 (Analoges gilt für den Reformer  
15 107) groß genug ausgeführt, so können die Förderung 124, sowie die  
Schleusorgane 118 und 106 nahezu beliebig diskontinuierlich arbeiten.

Das Abgas verläßt den Vorwärmer 117 mit einer geringfügig über der Sok-  
keltemperatur liegenden Temperatur. In der Regel ist die Abgasmenge deut-  
20 lich größer als die des Produktgases. Folglich ist die Nutzung der Abwärme  
des Abgases nach Verlassen des Vorwärmers hier dringend geboten. Dies  
geschieht bevorzugt durch Vorwärmung der Verbrennungsluft im Luftvor-  
wärmer (LUVO) 125, da auf diese Weise die zurückgewonnene Wärme nach  
der Verbrennung wieder exergetisch nutzbar oberhalb der Sockeltemperatur  
25 von ca. 500 °C wieder zur Verfügung steht. Diese Art der Wärmeverschie-  
bung ist auf dem Wege der Dampferzeugung nicht oder nur mit unverhält-  
nismäßig großem Aufwand darstellbar. Nach dem LUVO 125 sind die ab-  
hängig vom Einsatzstoff und den gültigen Emissionsbegrenzungen zu konfi-  
gurierende und in ihrer Wirkungsweise an sich bekannte Reinigungsstufe  
30 126 und das Saugzuggebläse 127 angeordnet. Das gereinigte Abgas 157  
wird in der Regel in die Umgebung abgegeben, wobei ein Teilstrom 158 in

die Feuerung 105 zwecks besserer Temperaturführung zurückgeführt werden kann.

Fig. 2 zeigt vereinfacht den verfahrenstechnischen Kern der Anlage in der wärmeträgerseitigen Parallelschaltung von zweiter Reaktionszone (Reformer) und Pyrolysereaktor. Der Weg des Einsatzstoffes 201 durch den Pyrolysereaktor 202 und die Trennstufe 203 zur Feuerung 204 (Verbrennungsluft 251) bleibt im wesentlichen gleich. Allerdings befindet sich hier der Reformer 205 neben dem Pyrolysereaktor auf etwa gleicher Höhe, und der die Aufheizzone darstellende Vorwärmer 206 über dem Pyrolysereaktor 202 und dem Reformer 205. Aus dem Vorwärmer 206 wird über die nunmehr zwei angedeuteten Austragstrichter und die unabhängig voneinander betreibbaren Dosierschleusen 207 und 208 das maximal aufgeheizte Wärmeträgermedium parallel in den Reformer 205 und den Pyrolysereaktor 202 gefördert. Das den Reformer 205 verlassende Wärmeträgermedium wird nicht über die Trennstufe 203 geführt. Das durch den Pyrolysereaktor 202 gegangene und in der Trennstufe 203 vom Pyrolysekoks getrennte Wärmeträgermedium und das durch den Reformer 205 gegangene Wärmeträgermedium werden jedoch im Förderorgan 209 gemeinsam in den Vorwärmer 206 verbracht. Bezüglich des Rohproduktgasstromes 210 und des Abgasstromes 211 nach Vorwärmer 206 ist dann jedoch alles genauso wie bei der in Fig. 1 dargestellten Serienschaltung, so daß an dieser Stelle die Darstellung der Parallelschaltung abgebrochen werden kann.

Fig. 3 zeigt stark vereinfacht einen speziellen Einsatzfall des erfindungsgemäßen Verfahrens am Beispiel der in Fig. 1 gezeigten Serienschaltung, wobei dieser Einsatzfall bei der in Fig. 2 gezeigten Parallelschaltung in entsprechender Weise funktioniert. Hierbei tritt der Einsatzstoff 300 wie gewohnt in den Pyrolysereaktor 301 ein und durchläuft diesen unter Bildung von Pyrolysekoks. Dieser wird jedoch hier in der Trennstufe 302 vom Wärmeträgermedium abgetrennt und über die Abkühlungs- und Konditionierungsstufe 303



als verwertbarer Koks 304 aus dem Prozeß abgezogen und auf beliebige Weise weiter verwendet. Die Stufe 303 kann hierbei beispielsweise ein unter Vakuum stehender Wechselbehälter, aber auch eine Kokstrockenlöschanlage sein. Die Feuerung 305 wird nun mit wenigstens einem der folgenden Brennstoffe zum Zweck der Aufheizung des Wärmeträgermediums verbrannt: einem fremden Brennstoff 306 oder einem Teilstrom Produktgas 307 oder einem Teilstrom Pyrolysekoks 308. Der Brennstoff 306 kann aber auch ein Teilstrom des Einsatzstoffes 300 sein, sofern sich dieser verfeuern läßt. Dies ist insbesondere für das Anfahren einer Anlage nach dem erfindungsgemäßen Verfahren von Bedeutung. Ansonsten kommen eine Vielzahl von gasförmigen, flüssigen oder festen Brennstoffen in Betracht. Soll beispielsweise das Produktgas als Reduktionsmittel in einem Verhüttungsprozeß genutzt werden, so kann eventuell Gichtgas oder irgendein anderes Schwachgas als Brennstoff 306 eingesetzt werden. In den in Fig. 3 beschriebenen Fällen ist der Standort der Feuerung 305 nicht mehr zwangsläufig in direkter Nähe zur Trennstufe 302, sondern kann etwa in unmittelbare Nähe der Aufheizzone 309 gelegt werden. Der Reformer 310 wird hiervon nicht berührt, ebensowenig die Qualität des Produktgases 311 und die weitere Behandlung des Abgases 312. In Fig. 3 sind weiterhin gezeigt: Die Fördereinrichtung für das Wärmeträgermedium 313, die Aufgabeschleuse für den Einsatzstoff 320, die Schleuse zwischen Reformer und Pyrolysereaktor 321, die Abzugsschleuse aus dem Pyrolysereaktor 322, die Schleuse zwischen der Aufheizzone und dem Reformer 323, der Verbrennungsluftstrom 351, sowie der Prozeßdampfstrom 352.

25

#### Ausführungsbeispiel

In der Vorrichtung gemäß Figur 1 werden 200 kg/h (afro) Holz, d.h. 286 kg/h lufttrockenes Holz mit 30% Feuchte vergast. Das Holz enthalte 2% Asche (wasserfrei) und bestehe ansonsten im wesentlichen aus 50 % Kohlenstoff,

30

6 % Wasserstoff, 42 % Sauerstoff und 1,9 % Stickstoff, wasser- und aschefrei gerechnet. Der untere Heizwert betrage 18,0 MJ/kg in wasserfreiem Zustand. Die thermische Vergaserleistung betrage folglich 1.000 kW. Die Pyrolyse werde bei 550 °C und das Reforming mit Wasserdampf bei 950 °C  
5 durchgeführt. Der Arbeitsdruck ist Atmosphärendruck.

Als Wärmeträgermedium werden Stahlkugeln mit einer Korngröße von ca. 10 mm verwendet. Das Wärmeträgermedium werde zunächst von 500 auf 950 °C aufgeheizt. Aufgrund der erforderlichen Wärmeleistung von 251 kW für  
10 die Pyrolyse und das Reforming, sowie zur Abdeckung von Wärmeverlusten betrage die Umlaufmenge des Wärmeträgermediums 4.300 kg/h, also das 21,5-fache des Holzeintrages. Der Pyrolysereaktor ist ein ausgemauerter Schacht mit einer lichten zylindrischen Höhe von 1,3 m und einem lichten Durchmesser von 0,9 m, so daß dem pyrolysierenden Wanderbett eine Ver-  
15 weilzeit von 0,5 Stunden sicher zur Verfügung stehe. In der Pyrolyse werde das Holz so umgesetzt, daß 20 Massenprozent der Trockensubstanz des Holzes als Pyrolysekoks übrigbleiben, also 42 kg/h. Dieser habe einen Ascheanteil von 9,5 % und enthalte auf wasser- und aschefreier Basis 92,2 % Kohlenstoff, 2,6 % Wasserstoff und 5,2 % Sauerstoff. Der Heizwert betra-  
20 ge 29,1 MJ/kg. Die Reformierung laufe bei 950 °C in einer Wärmeträgerschüttung von 0,9 m lichter, zylindrischer Höhe und 0,7 m lichtigem Durchmesser ab, so daß eine Gasverweilzeit von 0,5 sec sicher eingehalten wird. Damit wird folgendes Produktgas erhalten:

25

Heizwert:	9,10 MJ/kg, trocken
Wasserstoff:	59,7 Vol.-% tr.
Kohlenmonoxid:	17,0 Vol.-% tr.
Methan:	1,4 Vol.-% tr.
30 Kohlendioxid:	21,9 Vol.-% tr.
Wasserdampf:	24,8 Vol.-%

Menge: 402 Nm<sup>3</sup>/h  
Chem. Enthalpiestrom: 765 kW

- Der Enthalpiestrom des Pyrolysekokes in die Feuerung beträgt 341 kW.
- 5 Damit wird die Wärme für Reforming, Pyrolyse, Abwassereindampfung aus der Produktgaskühlung und Abdeckung der Wärmeverluste erzeugt und die in der Feuerung benötigte Verbrennungsluft auf 350 °C aufgeheizt. Der Feuerungswirkungsgrad beträgt 80,1 %, der Abgasverlust beträgt folglich 68 kW. Die fühlbare Wärme des Produktgases beträgt 168 kW, womit etwa 145
- 10 kg/h eines Sattdampfes mit niedrigem Druck erzeugt werden können, wovon 50 kg/h als Prozeßdampf im Reforming benötigt werden, während der Rest anderweitig verwendet werden kann.

- 15 [1] US-PS 4,568,362  
[2] DE-PS 197 55693  
[3] M. Stenseng, A. Jensen, K. Dam-Johansen, M. Grønli: Experimental Investigation and Kinetic Modelling of Biomass Pyrolysis. Proc. 2nd Olle Lindström Symposium, Stockholm 8-11 June 1999, 97-104.

Liste der Bezugszeichen:

	101	-	Einsatzstoff
	102	-	Fördereinrichtung für Einsatzstoff
5	103	-	Schleuse
	104	-	Pyrolysereaktor
	105	-	Feuerung
	106	-	Schleuse
	107	-	Zweite Reaktionszone (Reformer)
10	108	-	Separate Leitung für Flüchtige
	109	-	zugeführter Prozeßdampf
	110	-	Wärmeträgermedium
	111	-	Katalysator
	112	-	Produktgasstrom
15	113	-	Abhitzekeessel
	114	-	Reinigungs- und Konditionierungsstufe
	115	-	Ventilator
	116	-	gereinigter Produktgasstrom
	117	-	Aufheizzone (Vorwärmer)
20	118	-	Schleuse
	120	-	Schleus- und Fördereinheit
	121	-	Trennstufe
	122	-	Pyrolysekoksstrom
	123	-	Heißgasleitung
25	124	-	Förderorgan
	125	-	Luftvorwärmer (LUVO)
	126	-	Reinigungsstufe
	127	-	Saugzuggebläse
	151	-	Niedertemperaturwärme
30	152	-	Brüden
	153	-	Kondensatstrom

- 154 - Frischwasser
- 155 - Verbrennungsluft
- 156 - Asche-/Schlackestrom
- 157 - gereinigtes Abgas
- 5 158 - Teilstrom gereinigtes Abgas
  
- 201 - Einsatzstoff
- 202 - Pyrolysereaktor
- 203 - Trennstufe
- 10 204 - Feuerung
- 205 - Reformier
- 206 - Vorwärmer
- 207 - Dosierschleuse
- 208 - Dosierschleuse
- 15 209 - Förderorgan
- 210 - Rohproduktgasstrom
- 211 - Abgasstrom
- 251 - Verbrennungsluft
  
- 20 300 - Einsatzstoff
- 301 - Pyrolysereaktor
- 302 - Trennstufe
- 303 - Abkühlungs- und Konditionierungsstufe
- 304 - ... verwertbarer Koks
- 25 305 - Feuerung
- 306 - fremder Brennstoff
- 307 - Produktgas
- 308 - Teilstrom Pyrolysekoks
- 309 - Aufheizzone (Vorwärmer)
- 30 310 - Reformier
- 311 - Produktgas

- 312 - Abgas
- 313 - Fördereinrichtung für das Wärmeträgermedium
- 320 - Aufgabeschleuse für den Einsatzstoff
- 321 - Schleuse zwischen Reformier und Pyrolysereaktor
- 5 322 - Abzugsschleuse aus dem Pyrolysereaktor
- 323 - Schleuse zwischen Aufheizzone und Reformier
- 351 - Verbrennungsluftstrom
- 352 - Prozeßdampfstrom

Patentansprüche:

1.

- 5 Verfahren zur Vergasung von organischen Stoffen und Stoffgemischen, bei dem die organischen Stoffe in einem Pyrolysereaktor durch Kontakt mit einem heißen Wärmeträgermedium in einen kohlenstoffhaltigen Rückstand und Pyrolysegase als flüchtige Phase aufgespalten werden, der feste, kohlenstoffhaltige Rückstand einer Feuerung zugeführt und dort verbrannt wird,
- 10 wobei zumindest Anteile der freigesetzten Wärme zur Aufheizung des Wärmeträgermediums genutzt werden, und die Pyrolysegase nach möglicher Zumischung eines Reaktionsmittels wie Wasserdampf in einer zweiten Reaktionszone unter Nutzung zumindest eines Teiles der in der Feuerung freigesetzten Wärme durch indirekten Wärmeaustausch derart nacherhitzt werden,
- 15 daß ein Produktgas mit hohem Heizwert erhalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß
- a) das Wärmeträgermedium nach Verlassen des Pyrolysereaktors von dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand in einer Trennstufe abgeschieden und in eine Aufheizzone gefördert wird,
  - 20 b) der feste, kohlenstoffhaltige Rückstand in einer Feuerung verbrannt wird,
  - c) die heißen Abgase der Feuerung in der Aufheizzone durch eine Schüttung des Wärmeträgermediums geführt werden, wobei sie einen großen Teil ihrer fühlbaren Wärme an das Wärmeträgermedium abgeben,
  - d) das aufgeheizte Wärmeträgermedium aus der Aufheizzone in die als
  - 25 Wanderbettreaktor ausgeführte, zweite Reaktionszone abgezogen wird, wo es das Gemisch aus Pyrolysegasen und Reaktionsmittel aufheizt und in das Produktgas umwandelt,
  - e) das Wärmeträgermedium nach Durchtritt durch die zweite Reaktionszone wieder dem Pyrolysereaktor zugeführt wird.

30

2.

Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktion der  
Pyrolysegase mit dem Wasserdampf in Gegenwart eines Katalysators  
5 durchgeführt wird.

3.

10 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Wärmeträgermedium aus feuerfesten Stoffen wie Sand, Kies, Splitt,  
Aluminosilikat, Korund, Grauwacke, Quarzit oder Cordlerit besteht.

4.

15

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Wärmeträgermedium aus Formkörpern aus metallischen, hierunter be-  
vorzugt magnetischen Materialien oder nichtmetallischen Keramikmateriali-  
20 en, auch Sintermaterialien oder Eisenerzpellets besteht.

5.

25 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Gesamtheit des eingesetzten Wärmeträgermediums wenigstens zum Teil  
aus einem in der zweiten Reaktionszone katalytisch aktiven Material besteht.



6.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung des Wärmeträgermediums von dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand nach Verlassen des Pyrolysereaktors mechanisch über eine ein- oder mehrstufige Siebung erfolgt.

7.

10

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung des Wärmeträgermediums von dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand nach Verlassen des Pyrolysereaktors magnetisch erfolgt.

15

8.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennung des Wärmeträgermediums von dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand nach Verlassen des Pyrolysereaktors pneumatisch mit Hilfe der Windsichtung erfolgt, und als Sichtermedium bevorzugt Luft, hier wiederum bevorzugt Verbrennungsluft für die Feuerung, oder Abgas, hier wiederum bevorzugt zurückgeführtes Abgas aus der Feuerung benutzt wird.

25

9.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Pyrolysegase oder des Produktgases in der Feuerung für den kohlenstoffhaltigen Rückstand oder einer separaten Feuerung verbrannt und die dabei freigesetzte Wärme in der Pyrolyse und der zweiten Reaktionszone genutzt wird.

10.

- 5 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des festen, kohlenstoffhaltigen Rückstandes getrennt oder zusammen mit dem Wärmeträgermedium in die Pyrolyse oder die zweite Reaktionszone zurückgeführt wird.

10

11.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderung wenigstens eines der folgenden Medien diskontinuierlich  
15 oder schubweise erfolgt: organischer Stoff, Wärmeträgermedium, fester, kohlenstoffhaltiger Rückstand, Gemisch aus Wärmeträgermedium und festem, kohlenstoffhaltigem Rückstand bei Verlassen des Pyrolysereaktors.

20

12.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die fühlbare Wärme des Produktgases und des Abgases der Feuerung wenigstens teilweise zur Erzeugung des Wasserdampfes als Reaktionsmittel  
25 oder zur Luftvorwärmung für die Feuerung benutzt wird.

13.

- 30 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die fühlbare Wärme des Produktgases und des Abgases der Feuerung

wenigstens teilweise zur Vortrocknung und Aufheizung des organischen Stoffes direkt oder indirekt genutzt wird.

5

14.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeträgermedium nach Durchlaufen der Aufheizzone aufgeteilt wird in einen Teil, der die zweite Reaktionszone durchläuft, und einen Teil, der unmittelbar im Pyrolysereaktor eingesetzt wird, und das Wärmeträgermedium, welches die zweite Reaktionszone durchlaufen hat, in den Pyrolysereaktor weitergeleitet oder dem restlichen Wärmeträgermedium nach dem Pyrolysereaktor zugegeben wird.

15

15.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsmittel, bevorzugt Wasserdampf, an einer beliebigen Stelle in den Pyrolysereaktor gegeben wird, bevorzugt in größtmöglicher Nähe zum Austrag des Gemisches aus dem Wärmeträgermedium und dem festen, kohlenstoffhaltigen Rückstand.

25

16.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in der Feuerung zumindest teilweise ein fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoff eingesetzt wird, der weder der Einsatzstoff ist noch an irgendeiner Stelle innerhalb des Verfahrensablaufes aus diesem oder einem seiner Folgeprodukte gebildet wird.

17.

- 5 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teilstrom des im Pyrolysereaktor erzeugten, festen kohlenstoffhaltigen Rückstandes ausgeschleust und nicht in der Feuerung verbrannt wird.

10

18.

- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß in der Feuerung zumindest teilweise der Einsatzstoff direkt als Brennstoff eingesetzt wird.
- 15

19.

- 20 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß neben dem Wärmeträgermedium ein stark basischer, fester Stoff, bevorzugt Calciumoxid, Calciumhydroxid oder Calciumcarbonat, durch den Pyrolysereaktor geleitet wird, der anschließend ebenfalls vom Wärmeträgermedium abgetrennt und entweder durch die Feuerung oder unmittelbar nach
- 25 draußen geleitet wird.

20.

- 30 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Produktgas abgekühlt, und das dabei entstehende Kondensat ge-

gegebenenfalls gereinigt und zur Erzeugung des Prozeßdampfes wiederverwendet oder der Feuerung oder dem Wärmeträgermedium oder dem kohlenstoffhaltigen Rückstand vor der Feuerung zum Zweck der Eindampfung und Verbrennung der darin enthaltenen, verbrennlichen Anteile zugegeben

5 wird.



Fig. 2

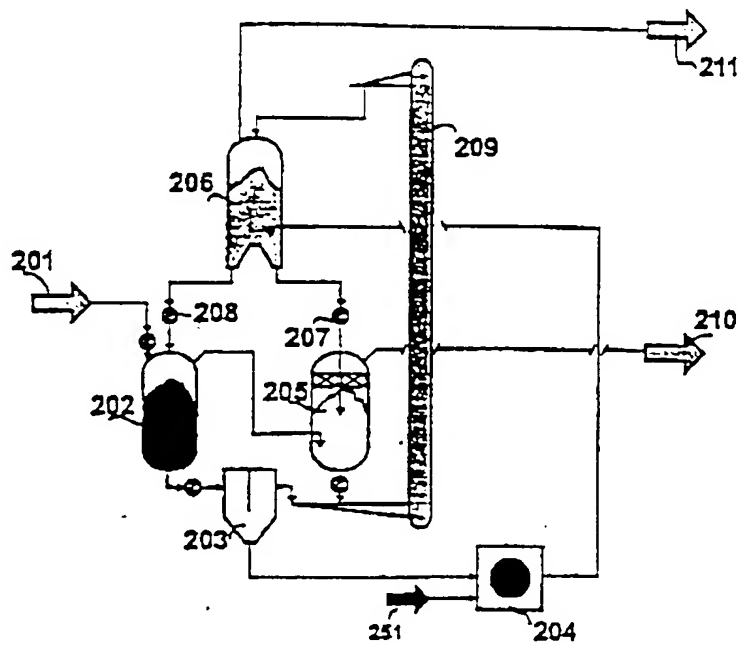


Fig. 3

